



日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

58799-101
Sai et al.
Dec. 24 2003
McDermott, Will & Emery

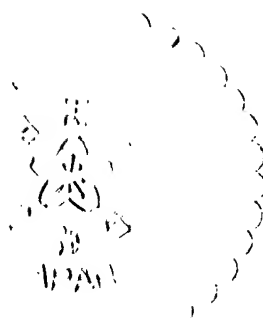
別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日 2 0 0 2 年 1 2 月 2 5 日
Date of Application:

出 願 番 号 特 願 2 0 0 2 - 3 7 4 8 3 6
Application Number:
[ST. 10/C] : [J P 2 0 0 2 - 3 7 4 8 3 6]

出 願 人 株式会社日立製作所
Applicant(s):



2 0 0 3 年 9 月 3 0 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今 井 康 夫



出証番号 出証特 2 0 0 3 - 3 0 8 0 0 7 6



【書類名】 特許願

【整理番号】 Y3464

【提出日】 平成14年12月25日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H04N 5/208

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県横浜市戸塚区吉田町 2 9 2 番地 株式会社 日立製作所 デジタルメディア開発本部内

【氏名】 齋 寛知

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県横浜市戸塚区吉田町 2 9 2 番地 株式会社 日立製作所 デジタルメディア開発本部内

【氏名】 西澤 明仁

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県横浜市戸塚区吉田町 2 9 2 番地 株式会社 日立製作所 デジタルメディア開発本部内

【氏名】 上村 順次

【特許出願人】

【識別番号】 000005108

【氏名又は名称】 株式会社 日立製作所

【代理人】

【識別番号】 100093492

【弁理士】

【氏名又は名称】 鈴木 市郎

【電話番号】 03-3591-8550



【選任した代理人】

【識別番号】 100078134

【弁理士】

【氏名又は名称】 武 顕次郎

【電話番号】 03-3591-8550

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 113584

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 補間装置と補間方法、及びこれを用いた撮像装置と撮像方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 入力されるデジタル画像信号を補間処理する複数の補間手段と、該複数の補間手段のいずれかを選択する選択手段とを有する補間装置において、

該複数の補間手段のうちの 1 つの所定の補間手段は、該デジタル画像信号のエッジを検出するエッジ検出手段と、エッジを強調するエッジ強調手段とで構成され、

該選択手段は、該エッジ検出手段でエッジが検出されたときに、該エッジ強調手段でエッジが強調された補間信号を選択することを特徴とする補間装置。

【請求項 2】 請求項 1 において、

前記エッジ強調手段は、エッジ生成手段と混合手段とから構成され、

該混合手段は、該エッジ生成手段で生成されたエッジ信号と前記複数の補間手段のうちの前記所定の補間手段以外の補間手段の出力信号とを所望とする比率で混合する演算手段によって構成され、

前記選択手段は、前記エッジ検出手段でエッジが検出されたときに、該混合手段の出力信号を選択することを特徴とする補間装置。

【請求項 3】 請求項 2 において、

前記エッジ生成手段は、前記デジタル画像信号のサンプリング周波数の $1/2$ 倍の周波数以上の周波数で表現されるエッジ信号を生成することを特徴とする補間装置。

【請求項 4】 請求項 1, 2 または 3 において、

前記エッジ検出手段は、

前記デジタル画像信号の変動が予め設定された閾値の範囲内であるとき、平坦部とみなす第 1 の手段と、

該第 1 の手段で検出された 2 つの平坦間のスロープが常に上昇もしくは下降し、かつスロープでの信号レベルの差の絶対値が予め設定された閾値より大きいとき、該 2 つの平坦部との間を前記デジタル画像信号のエッジとみなす

第2の手段と

を有することを特徴とする補間装置。

【請求項5】 請求項1, 2または3において、
前記エッジ検出手段は、

前記デジタル画像信号の変動が予め設定された閾値の範囲内であるとき、平坦とみなす第1の手段と、

前記デジタル画像信号の変動が順次上昇もしくは下降するスロープから下降もしくは上昇するスロープに移る変異点を山の頂部もしくは谷部の底部とみなす第2の手段と、

該第1の手段で検出された平坦部と該第2の手段で検出された変異点との間の信号レベルの差の絶対値が予め設定された閾値よりも大きいとき、該平坦部と該変異点との間を前記デジタル画像信号のエッジとみなす第3の手段とを有することを特徴とする補間装置。

【請求項6】 請求項1, 2または3において、
前記エッジ検出手段は、

前記デジタル画像信号の変動が順次上昇もしくは下降するスロープから下降もしくは上昇するスロープに移る第1の変異点を山の頂部もしくは谷部の底部とみなし、該第1の変異点から順次下降もしくは上昇するスロープの後、上昇もしくは下降する第2の変異点を谷部の底部もしくは山の頂部とする第1の手段と、

該第1の手段で検出された該第1, 第2の変異点間の信号レベルの差の絶対値が予め設定された閾値よりも大きいとき、該第1, 第2の変異点間を前記デジタル画像信号のエッジとみなす第3の手段とを有することを特徴とする補間装置。

【請求項7】 被写体を撮像して電気信号を出力する撮像手段と、

該撮像手段から出力される電気信号を処理して第1のデジタル画像信号を生成する信号処理手段と、該第1のデジタル画像信号からサンプル周期が長い第2のデジタル画像信号を生成する手段と、該第2のデジタル画像信号にサンプルを補間する補間手段とを備えた撮像装置において、

該補間手段として、請求項 1～6 のいずれか 1 つに記載の補間装置を用いたことを特徴とする撮像装置。

【請求項 8】 請求項 7 において、

第 2 のデジタル画像信号を生成する手段は、メモリ手段であって、

該メモリ手段は、前記第 1 のデジタル画像信号を記憶し、該第 1 のデジタル画像信号の一部を読み出して、前記第 1 のデジタル画像信号による画像の一部を拡大した拡大画像の前記第 2 の画像信号を出力することを特徴とする撮像装置。

【請求項 9】 入力されるデジタル画像信号を複数の補間手段で補間処理し、補間処理された複数の該デジタル画像信号のいずれか選択して出力する補間方法であって、

該複数の補間手段のうちの所定の補間手段で、該デジタル画像信号のエッジを検出して、そのエッジを強調処理し、検出されたエッジの間では、エッジ強調された該デジタル画像信号を選択することを特徴とする補間方法。

【請求項 10】 撮影手段の撮影によって得られ、信号処理された第 1 のデジタル画像信号からサンプル周期が長い第 2 のデジタル画像信号を生成し、該第 2 のデジタル画像信号のサンプル補間を行なう方法であって、

該第 2 のデジタル画像信号のサンプル補間に、請求項 9 に記載の補間方法を用いたことを特徴とする撮像方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、デジタル画像の拡大などに用いるサンプル補間のための補間装置と補間方法、及びこれを用いた撮像装置と撮像方法補間装置に関する。

【0002】

【従来の技術】

デジタル画像の一部を抽出し、これを拡大して表示などを行なう場合、サンプル（画素）の間隔（周期）も拡大する。そこで、元のサンプル周期とするために、サンプル間の補間を行なう。従来の画像のかかる補間方法としては、直線補間法が挙げられる（例えば、非特許文献 1 参照）。

【0003】

図2を用いて従来の補間方法について説明する。

【0004】

いま、画像をある方向（例えば、水平走査方向）に切り出し、縦軸を信号レベル、横軸をサンプル周期 t を単位とする距離として、図2（a）に示すように、サンプルA、B間にエッジがある画像 P_1 を対象とする。

【0005】

かかる画像 P_1 の一部のこのエッジを含む領域を抽出し、この領域を4倍に拡大すると、このエッジ部分は図2（b）に示す画像 P_2 となる。ここで、この画像 P_2 では、サンプル周期 $T = 4t$ となり、非常に粗い画像となる。ここで、サンプルA、Bは、図2（a）でのサンプルA、Bであり、上記エッジのために、サンプルAに対してサンプルBの信号レベルが大きく変化している。

【0006】

なお、かかる画像 P_2 は、また、周期 T でサンプルがサンプリングされた画像にも相当する。

【0007】

このような粗い画像 P_2 の画質を向上させるために、サンプルの補間が行なわれる。かかる補間方法としては、従来、直線補間が行なわれているが、図2（c）はかかる直線補間が行なわれた画像 P_3 を示すものである。この直線補間法は、隣接するサンプル間を直線で結び、この直線上の信号レベルのサンプルを周期 t で補間するものである。

【0008】

かかる直線補間法では、隣接する2点のサンプルをフィルタ処理が行なわれるものであるが、また、無限に広がる時間軸上の無限のサンプルの情報を用いたフィルタによれば、図2（d）に示すように、サンプリング定理により、サンプルA、Bを結ぶ周期 $2T$ の正弦波上の点で補間できることになる。実際には、有限個のサンプルを用いた理想に近い特性を持つフィルタを用いることにより、図2（d）に示す補間に近い補間データを得ることができる。このような有限個のサンプルを用いた理想に近い特性のフィルタを用いた方法としては、バイキュービ

ック法がある（例えば、特許文献1参照）。

【0009】

【非特許文献1】

貴塚仁志著「よくわかるデジタル画像処理」第9版 CQ出版 2002年8月1日 pp. 168-174

【0010】

【特許文献1】

特開 2001-157217号公報

【0011】

【発明が解決しようとする課題】

ところで、図2で示すようにした直線補間法では、エッジのボケ味が大きいという問題がある。

【0012】

また、元のサンプル周期が t の画像を周期 $T (= 4t)$ でサンプリングした画像を作成し、これを上記の理想の特性のフィルタを用いて補間を行なっても、サンプリング前の画像に比べると、ボケ味は残る。従って、上記のように、画像の一部を抽出して拡大処理し、この拡大画像に理想の特性のフィルタを用いて補間を行なっても、充分に先鋭なエッジは得られないことになる。

【0013】

また、バイキュービック法などの理想に近い特性のフィルタを用いた補間法では、計算が複雑になって乗算回路が増えるため、回路規模が大きくなるという問題もある。

【0014】

本発明の目的は、かかる問題を解消し、回路規模を増大させることなく、エッジ部分の先鋭感を効果的に得ることができるようにした補間装置と補間方法、及びこれを用いた撮像装置と撮像方法補間装置を提供することである。

【0015】

【課題を解決するための手段】

上記問題を解決するため、本発明では、補間方法を適応的に切替えることによ

り、エッジ部分の先鋭感が得られるようにしたものである。

【0016】

即ち、本願発明は、入力されるデジタル画像信号を補間処理する複数の補間手段と、複数の補間手段のいずれかを選択する選択手段とを有する補間装置において、複数の補間手段のうちの1つの所定の補間手段は、デジタル画像信号のエッジを検出するエッジ検出手段と、エッジを強調するエッジ強調手段とで構成され、選択手段は、エッジ検出手段でエッジが検出されたときに、エッジ強調手段でエッジが強調された補間信号を選択するものである。

【0017】

ここで、エッジ生成手段は、前記デジタル画像信号のサンプリング周波数の1/2倍の周波数以上の周波数で表現されるエッジ信号を生成する。

【0018】

また、エッジ検出手段は、デジタル画像信号の変動が予め設定された閾値の範囲内であるとき平坦部とみなす第1の手段と、この第1の手段で検出された2つの平坦間のスロープが常に上昇もしくはは下降し、かつスロープでの信号レベルの差の絶対値が予め設定された閾値より大きいとき、これら2つの平坦部との間をデジタル画像信号のエッジとみなす第2の手段とを有するものである。

【0019】

また、エッジ検出手段は、デジタル画像信号の変動がある閾値の範囲内であるとき平坦とみなす第1の手段と、デジタル画像信号の変動が順次上昇もしくはは下降するスロープから下降もしくはは上昇するスロープに移る変異点を山の頂部もしくはは谷部の底部とみなす第2の手段と、第1の手段で検出された平坦部と変異点検出手段で検出された変異点との間の信号レベルの差の絶対値が予め設定された閾値よりも大きいとき、平坦部と変異点との間をデジタル画像信号のエッジとみなす第3の手段とを有するものである。

【0020】

また、エッジ検出手段は、デジタル画像信号の変動が順次上昇もしくはは下降するスロープから下降もしくはは上昇するスロープに移る第1の変異点を山の頂部もしくはは谷部の底部とみなし、第1の変異点から順次下降もしくはは上昇するスロー

プの後、上昇もしくは下降する第2の変異点を谷部の底部もしくは山の頂部とする第1の手段と、この第1の手段で検出された第1, 第2の変異点間の信号レベルの差の絶対値が予め設定された閾値よりも大きいとき、第1, 第2の変異点間をデジタル画像信号のエッジとみなす第2の手段とを有するものである。

【0021】

また、本発明は、被写体を撮像して電気信号を出力する撮像手段と、撮像手段から出力される電気信号を処理して第1のデジタル画像信号を生成する信号処理手段と、第1のデジタル画像信号からサンプル周期が長い第2のデジタル画像信号を生成する手段と、第2のデジタル画像信号にサンプルを補間する補間手段とを備えた撮像装置であって、補間手段として、上記の補間装置のいずれを用いたものである。ことを特徴とする撮像装置。

【0022】

また、本発明は、入力されるデジタル画像信号を複数の補間手段で補間処理し、補間処理された複数のデジタル画像信号のいずれか選択して出力する補間方法であって、複数の補間手段のうちの所定の補間手段で、デジタル画像信号のエッジを検出して、そのエッジを強調処理し、検出されたエッジの間では、エッジ強調された該デジタル画像信号を選択するものである。

【0023】

また、本発明は、撮影手段の撮影によって得られ、信号処理された第1のデジタル画像信号からサンプル周期が長い第2のデジタル画像信号を生成し、第2のデジタル画像信号のサンプル補間を行なう方法であって、第2のデジタル画像信号のサンプル補間に、上記の補間方法を用いたものである。

【0024】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施形態を図面により説明する。

【0025】

図1は本発明による補間装置と補間方法、及びこれを用いた撮像装置と撮像方法の一実施形態を示すブロック図であって、1は撮像手段、2は信号処理手段、3はメモリ手段、4はタイミングパルスおよび補間係数により補間を制御する補

間制御手段、5、6は補間手段、7はエッジ検出手段、8はエッジ生成手段、9は混合手段、10は選択手段、11は出力端子である。

【0026】

同図において、撮像手段1の撮像によって得られる電気信号は信号処理手段2に供給され、サンプル（画素）周期 t のデジタル画像信号 S_1 が生成される。このデジタル画像信号 S_1 は、補間制御手段4で発生された書込タイミングパルス P_W により、サンプル周期 t のタイミングでメモリ手段3にサンプル毎に書き込まれ、また、補間制御手段4で発生された読出タイミングパルス P_R により、サンプル周期 t の4倍のタイミングでサンプルが順番に読み出される。また、垂直走査方向では、4H（Hは水平走査期間）毎に1Hずつ読み出される。これにより、メモリ手段3に入力されるデジタル画像信号 S_1 によるサンプルの $1/4$ の部分が抽出され、これが水平・垂直走査方向に夫々4倍に拡大された画像（以下、拡大画像という）のデジタル画像信号 S_2 が得られる。

【0027】

補間手段5、6と選択手段10と補間制御手段4とは、補間装置を構成している。デジタル画像信号 S_2 は、この補間装置の補間手段5、6に供給される。補間手段6は、エッジ検出手段7とエッジ生成手段8と混合手段9とで構成されている。補間手段5では、補間制御手段4で生成された補間係数 K_1 を用いて、サンプル周期 T のデジタル画像信号が線形補間され（垂直走査方向についても、水平走査線の線形補間が行なわれるが、以下では、垂直走査方向の線形補間については、記載を省略する）、サンプル周期 t のデジタル画像信号 S_3 が得られる。このデジタル画像信号 S_3 は、選択手段10と補間手段6の混合手段9とに供給される。

【0028】

一方、補間手段6では、エッジ検出手段7が、後述する手法により、拡大画像のデジタル画像信号 S_2 のエッジを検出すると、エッジ生成手段8は、その検出結果に基づいて、デジタル画像信号 S_2 と補間制御手段4で生成される後述するエッジ係数 K_2 とにより、周期 t のサンプルからなるエッジ信号 S_E を生成する。このエッジ信号 S_E は混合手段9に供給され、補間手段5から出力されるデジタ

ル画像信号 S_3 と混合される。このように、エッジ生成手段 8 と混合手段 9 とは、補間手段 5 からの補間処理されたデジタル画像信号 S_3 をエッジ強調するエッジ強調手段を形成している。

【0029】

この混合手段 9 から出力されるエッジ信号 S_E が混合されたデジタル画像信号 S_4 は、補間手段 6 の出力信号として、選択手段 10 に供給される。この選択手段 10 は、エッジ検出手段 7 がデジタル画像信号 S_2 のエッジを検出したときに生成されるこのエッジの期間の選択制御信号 S_S によって制御され、エッジ期間では、補間手段 6 の出力デジタル画像信号 S_4 を選択し、エッジ期間以外の期間では、補間手段 5 の出力デジタル画像信号 S_3 を選択する。これにより、出力端子 11 には、補間手段 5 の出力デジタル画像信号 S_3 が、そのエッジ期間、補間手段 6 の出力デジタル画像信号 S_4 が補間されて得られることになる。

【0030】

補間手段 5 では、図 2 で説明した線形補間を用いてデジタル画像信号 S_2 の補間を行なうが、この線形補間について図 2 (b), (c) を用いて説明する。

【0031】

いま、図 2 (b) に示すサンプル周期 T の画像 P_2 をサンプル周期 t ($= T/4$) の画像 P_3 とする場合、画像 P_2 の隣り合うサンプル間を 3 個のサンプルで補間する。直線補間では、隣り合うサンプル間を直線で結び、この直線上の信号レベルとなるように、補間サンプルの信号レベルを設定する。

【0032】

そこで、図 2 (b) において、隣り合う 2 つのサンプル A, B の信号レベルを夫々 A, B とすると、これらサンプル A, B 間に補間される補間サンプル Q_i (但し、 $i = 1, 2, 3$) の信号レベル Q_i は、

【数 1】

$$Q_i = \frac{A \times (4 - i)}{4} + \frac{B \times i}{4} \quad \dots \dots (1)$$

で表わされる。平坦部の場合には、 $A = B$ であるから、 $Q_i = A$ となる。また、

エッジの場合には、 $B = \alpha \times A$ (但し、 $\alpha > 1$) であるから、

$$Q_1 = A \times (3 + \alpha) / 4$$

$$Q_2 = A \times (2 + 2\alpha) / 4$$

$$Q_3 = A \times (1 + 3\alpha) / 4$$

となり、図 2 (c) に示す画像 P_3 となる。

【0033】

補間手段 5 は、補間制御手段 4 から上記式 (1) での

$$(4 - i) / 4 \text{ 及び } i / 4$$

が補間係数 K_1 として供給され、図 2 (b) に示す画像 P_2 で隣り合う 2 つのサンプル毎に上記式 (1) の演算を行なって補間サンプル Q_i を生成し、これによって補間処理した図 2 (c) に示す画像 P_3 を生成する。この画像 P_3 の信号が、図 1 においては、デジタル画像信号 S_3 である。

【0034】

次に、エッジ検出手段 7 の動作を図 3 ～図 6 を用いて説明する。

【0035】

図 3 はエッジ検出手段 7 のエッジ判定動作の一具体例を示すフローチャートである。このエッジ判定は、複数のサンプルの期間 (以下、判定サンプル期間という) について、3 個の閾値 $\Delta 1$, $\Delta 2$, $LEVEL$ を用いて行なわれるものであり、 $\Delta 1 < \Delta 2$ 、かつ $\Delta 1 < LEVEL$ である。この判定サンプル期間は、画像上で最小の周期で繰り返す縞模様のエッジを判定できる程度に設定される。ここで、閾値 $\Delta 1$ は画像の平坦部を判定するためのものであり、閾値 $\Delta 2$ は画像の山の頂部もしくは谷の底部を判定するためのものであり、閾値 $LEVEL$ はエッジを判定するためのものである。

【0036】

以下、画像のパターンの具体的な例を挙げてエッジ検出手段 7 のエッジ判定動作を説明する。

【0037】

(1) エッジ検出手段 7 のエッジ判定の第 1 のエッジ判定基準としては、上記の判定サンプル期間に信号レベルが異なる 2 つの平坦部が検出され、これら平坦

部間が平坦部でないとき、これら平坦部間をエッジとするものである。

【0038】

図4はかかる第1のエッジ判定基準に基づいてエッジの判定が可能な判定サンプル期間の一具体例を示すものであって、図4(b)がエッジ検出手段7に入力されるサンプル周期Tのデジタル画像信号 S_2 である。図4(a)はこのデジタル画像信号 S_2 の連続波形の一例を便宜的に示すものであって、このデジタル画像信号 S_2 はこの図4(a)に示す画像信号をサンプル周期Tでサンプリングしたものである。

【0039】

図4(b)において、ここでは、判定サンプル期間をサンプル周期Tの4倍、即ち、4Tとしており、判定対象となるサンプルをサンプルA～Eとする。なお、各サンプルA、B、C、D、Eの信号レベルをA、B、C、D、Eとするが、後述の他のエッジ判定についても同様である。

【0040】

かかる判定サンプル期間A～Eに対し、エッジ検出手段7は、まず、最初の2つのサンプルA、Bの信号レベルの差の絶対値 $|A - B|$ を求め、これが閾値DELTA1より小さいときには(図3のステップ100で「Yes」)、サンプルA、B間を平坦部とみなす。次に、サンプルB、Cの信号レベルの差の絶対値 $|B - C|$ を求め、これが閾値DELTA1より小さいときには(図3のステップ101で「Yes」)、2Tの期間平坦部となるから、エッジ未検出として(図3のステップ301)、この判定サンプル期間の処理を終了し、サンプル周期T分ずらしてサンプルBから始まる次の判定サンプル期間で同様の判定処理を開始する。

【0041】

しかし、図4(b)では、絶対値 $|B - C|$ が閾値DELTA1以上であるため(図3のステップ101で「No」)、サンプルBまでを平坦部とみなし、さらに、サンプルC、Dの信号レベルの差の絶対値 $|C - D|$ を求め、これが閾値DELTA1よりも小さいときには(図3のステップ102で「Yes」)、サンプルC、D間も平坦部とみなす。これにより、サンプルB、C間を挟んで2つの平坦部が存在することになり、これらサンプルB、Cの信号レベルの差の絶対値 $|B - C|$

が閾値LEVELより大きい場合には（図3のステップ109で「Yes」）、サンプルB、C間をエッジとみなし（図3のステップ201）、この判定サンプル期間A～Eの判定処理を終了し、サンプルBで始まる次の判定サンプル期間の判定処理に移る。

【0042】

これに対し、絶対値 $|C-D|$ が、閾値DELTA1よりも大きく（図3のステップ102で「No」）、閾値DELTA2よりも小さい（図3のステップ103で「No」）場合には、あるいはまた、絶対値 $|C-D|$ が、閾値DELTA1、2よりも大きい（図3のステップ102で「No」、ステップ103で「Yes」）、信号レベルCが信号レベルB、Dよりも大きくないか、小さくない場合には（図3のステップ106で「No」）、次に、サンプルD、Eの信号レベルの差の絶対値 $|D-E|$ を求め、これが閾値DELTA1よりも小さい場合には（図3のステップ104で「Yes」）、このサンプルD、E間を平坦部とみなす。従って、サンプルA、B間とサンプルC、D間とが平坦部ということになる。

【0043】

そして、かかる判定結果のもとに、サンプルB、D間がエッジとみなせるか否かの判定を行なう。即ち、サンプルB、C、Dの順に信号レベルが上昇あるいは下降し続けており（図3のステップ107で「Yes」：図4（b）では、順次上昇している）、かつ絶対値 $|B-D|$ が閾値LEVELより大きい場合（図3のステップ110で「Yes」）、サンプルB、D間をエッジとみなす（図3のステップ202）。

【0044】

以上のようにして、2つの平坦部が存在する図4（b）に示すデジタル画像信号 S_2 に対しては、これら平坦部間、即ち、サンプルB、C間（絶対値 $|C-D|$ が閾値DELTA1よりも小さい場合）あるいはサンプルB、D間（絶対値 $|C-D|$ が閾値DELTA1よりも大きく、かつ信号レベルB、C、Dが順次上昇または下降している場合）のエッジを検出することができる。

【0045】

なお、判定サンプル期間A～Eの判定処理が終了し、次のサンプルBから始ま

る判定サンプル期間（サンプルB→サンプルA，サンプルC→サンプルB，……となる）の判定処理では、図3のステップ100，111，112，303、または、図3のステップ100，111，112，113，117，303の処理が行なわれることにより、図4（b）でのサンプルB，C間またはサンプルB，D間のエッジは検出されない。即ち、同じエッジが2回以上検出されることはない。

【0046】

また、以上は信号レベルが上昇するエッジであったが、2つのサンプル間の信号レベル差の絶対値を用いてエッジ判定を行なっているので、信号レベルが下降するエッジであっても、同様である。従って、図4において、その後、立ち下がるエッジがあると、その直前の平坦部とこのエッジ後の平坦部とが検出されることにより、上記と同様にして、この立ち下がるエッジが検出される。

【0047】

（2）エッジ検出手段7のエッジ判定の第2のエッジ判定基準としては、上記の判定サンプル期間に信号レベルの平坦部と信号レベル変動の山の頂部または谷の底部といった変異点が検出され、平坦部とかかる変異点との間（それらの前後関係は問わない）をエッジとするものである。以下では、図面との関係から、変異点を、具体的に、山の頂部または谷の底部として説明する。

【0048】

図5はかかる第2のエッジ判定基準に基づいてエッジの判定が可能な判定サンプル期間の一具体例を示すものであって、この具体例では、平坦部と山の頂部とが検出されるものとしている。図5（b）がエッジ検出手段7に入力されるサンプル周期Tのデジタル画像信号 S_2 である。図5（a）はこのデジタル画像信号 S_2 の連続波形の一例を便宜的に示すものであって、図示するように、2T以下の期間毎に濃淡が繰り返す縞模様を表わす画像の開始部分を示すものであり、デジタル画像信号 S_2 はこの図5（a）に示す画像信号をサンプル周期Tでサンプリングしたものである。この具体例においても、判定サンプル期間を4Tとしており、判定対象となるサンプルをサンプルA～Eとする。

【0049】

図5 (b) において、サンプルA, B間の判定、サンプルB, C間の判定、サンプルC, D間の判定は図4に示した具体例と同様であり、図3のステップ100～103 (106) の判定処理により、サンプルA～D間において、サンプルA, B間が平坦部と判定される。

【0050】

次に、サンプルD, Eの信号レベルの差の絶対値 $|D-E|$ を求め、これが閾値より小さいか否かを判定する。ここで、この絶対値 $|D-E|$ が閾値DELTA1よりも大きく (図3のステップ104で「No」)、さらに、閾値DELTA2よりも大きい場合には (図3のステップ105で「Yes」)、サンプルD, E間は平坦部でないから、上記の第1の判定基準では、2つの平坦部で挟まれないサンプルB, D間をエッジと判定することはできず、判定が保留された状態となる。

【0051】

そこで、この具体例では、第2の判定基準を適用するものである。即ち、サンプルDがサンプルB, C, Eよりも信号レベルが大きくて山の頂部をなし、あるいは小さくて谷の底部をなし (図3のステップ108で「Yes」)、かつサンプルB, Dの信号レベルの差の絶対値 $|B-D|$ が閾値LEVELよりも大きいとき (図3のステップ110で「Yes」)、サンプルB, D間をエッジと判定する (図3のステップ202)。それ以外 (即ち、ステップ105, 108, 110で「No」の判定) では、サンプルB, D間をエッジとはみなさない (ステップ303)。

【0052】

なお、図5 (b) において、サンプルB, C, Dのうち、サンプルCが山の頂部または谷の底部となるときには (ステップ103, 106, 109)、サンプルB, C間がエッジとなる (図3のステップ201)。

【0053】

このようにして、画像の細かい縞模様によってデジタル画像信号 S_2 が高い周波数の一連の矩形波からなるデジタル画像信号をサンプリングしたものであるとき、上記の第1の判定基準では検出できないその最初の矩形波の先頭のエッジを、この第2の判定基準により、検出することができる。

【0054】

なお、この図5 (b) に示す具体例においても、サンプルBから始まる次の判定サンプル期間 (この場合、サンプルB→サンプルA, サンプルC→サンプルB, ……とする) では、図3のステップ100, 111, 112, 113, 114, 118, 115から119, 304または116, (120), 305の処理がなされて、先の判定サンプル期間A～Eの処理で一度エッジと判定された図示のサンプルB, D間はエッジと判定されない。従って、同じエッジは2度以上検出されることがない。

【0055】

(3) エッジ検出手段7のエッジ判定の第3のエッジ判定基準としては、上記の判定サンプル期間に山の頂部と谷の底部とが検出されるとき、これら山の頂部と谷の底部との間をエッジとするものである。

【0056】

図6はかかる第3のエッジ判定基準に基づいてエッジの判定が可能な判定サンプル期間の一具体例を示すものであって、この具体例では、山の頂部と谷の底部とが検出されるものとしている。図6 (b) がエッジ検出手段7に入力されるサンプル周期Tのデジタル画像信号 S_2 である。図6 (a) はこのデジタル画像信号 S_2 の連続波形の一例の途中部分を便宜的に示すものであって、図示するように、2T以下の期間毎に濃淡が繰り返す縞模様を表わす画像を示すものであり、デジタル画像信号 S_2 はこの図6 (a) に示す画像信号をサンプル周期Tでサンプリングしたものである。この具体例においても、判定サンプル期間を4Tとしており、判定対象となるサンプルをサンプルA～Eとする。

【0057】

図6 (b) において、かかる判定サンプル期間A～Eに対し、エッジ検出手段7は、まず、最初の2つのサンプルA, Bの信号レベルの差の絶対値 $|A - B|$ を求め、これが閾値DELTA1よりも大きく (図3のステップ100で「No」)、閾値DELTA2よりも大きいと判定する (図3のステップ111で「Yes」)。次に、サンプルB, Cの信号レベルの差の絶対値 $|B - C|$ を求め、これが閾値DELTA1よりも大きいと判定する (図3のステップ112で「No」)。なお、この絶

対値 $|B - C|$ が閾値 DELTA 1 よりもときには (図 3 のステップ 112 で「Yes」)、サンプル B, C 間が平坦部になるので、エッジ未検出とし (図 3 のステップ 303)、次の判定サンプル期間の判定処理に移る。

【0058】

次いで、サンプル C, D の信号レベルの差の絶対値 $|C - D|$ を求め、これが閾値 DELTA 1 よりも大きく (図 3 のステップ 113 で「No」)、閾値 DELTA 2 よりも小さい場合 (図 3 のステップ 114 で「No」)、もしくは閾値 DELTA 2 よりも大きい (図 3 のステップ 114 で「Yes」)、サンプル A, B, C, D の信号レベルが $A > B < C < D$ であるから (図 3 のステップ 118 で「No」)、サンプル D, E の信号レベルの差の絶対値 $|D - E|$ を求め、これが閾値 DELTA 1 よりも大きい (図 3 のステップ 115 で「No」)、さらに、閾値 DELTA 2 よりも大きく (図 3 のステップ 116 で「Yes」)、しかも、サンプル A ~ E の信号レベルが $A > B < C < D > E$ であるから (図 3 のステップ 120 で「Yes」)、サンプル B を谷の底部、サンプル D を山の頂部と判定する。

【0059】

そして、この谷の底部と山の頂部との間において、サンプル B, D の信号レベルの差の絶対値 $|B - D|$ を求め、これが閾値 LEVEL よりも大きいとき (図 3 のステップ 122 で「Yes」)、このサンプル B, D 間をエッジと判定する (ステップ 204)。

【0060】

なお、図 6 (b) において、サンプル D の代わりにサンプル C が山の頂部であるときには、図 3 のステップ 114 からステップ 118 に進んで「Yes」の判定がなされてサンプル B が谷の底部、サンプル C が山の頂部との判定がなされ、さらに、サンプル B, C 間の信号レベルの差の絶対値 $|B - C|$ が閾値 LEVEL よりも大きいとき (図 3 のステップ 121 で「Yes」)、谷の底部のサンプル B と山の頂部のサンプル C との間がエッジと判定される (ステップ 203)。

【0061】

また、図 6 (b) において、仮に、サンプル C, D 間が平坦部であるとする

(図3のステップ113で「Yes」)、サンプルA, B, Cの信号レベルは $A > B < C$ であるから(図3のステップ117で「Yes」)、サンプルBは谷の底部と判定され、上記第2の判定基準により、このサンプルBと平坦部の先頭のサンプルCとの信号レベルの差の絶対値 $|B - C|$ が閾値LEVELよりも大きいとき(図3のステップ121で「Yes」)、サンプルB, C間がエッジと判定される(図3のステップ203)。

【0062】

さらに、図6(b)において、仮に、サンプルD, E間が平坦部であるとする(図3のステップ115で「Yes」)、サンプルB, C, Dの信号レベルは $B < C < D$ であるから(図3のステップ119で「Yes」)、サンプルBは谷の底部と判定され、上記第2の判定基準により、このサンプルBと平坦部の先頭のサンプルDとの信号レベルの差の絶対値 $|B - D|$ が閾値LEVELよりも大きいとき(図3のステップ122で「Yes」)、サンプルB, D間がエッジと判定される(図3のステップ204)。

【0063】

さらにまた、図6に示す具体例では、サンプルB, C間、または、サンプルB, D間の立上りのエッジを検出するものであったが、信号レベルの差の絶対値を用いて処理するものであるから、立下りのエッジの検出についても同様である。

【0064】

以上の場合以外のときには、サンプルB, C間やサンプルB, D間はエッジと判定されない(図3のステップ304, 305)。

【0065】

図1に戻って、以上のようにして、エッジ検出手段7はメモリ手段3からのデジタル画像信号 S_2 のエッジを検出する。

【0066】

補間手段6のエッジ生成手段8は、エッジ検出手段7で検出されたデジタル画像信号 S_2 のエッジ期間、補間制御手段4からのエッジ係数 K_2 を用いてエッジ信号 S_E を生成する。これについて、図6により、説明する。

【0067】

図 7 (a) は連続した波形のエッジ部分をサンプル周期 T でサンプリングした図 1 におけるデジタル画像信号 S_2 を示すものであり、 B 、 C 、 D がこのデジタル画像信号 S_2 のサンプルである。

【0068】

また、図 7 (b) では、補間手段 5 で線形補間されたデジタル画像信号 S_3 のエッジ部分と、これに対してエッジ生成手段 8 で生成されたエッジ信号 S_E を示すものである。ここで、黒丸はサンプル B 、 C 、 D であり、○は補間手段 5 でサンプル B 、 C 間及びサンプル C 、 D 間に線形補間された補間サンプルであり、□はエッジ生成手段 8 で生成されたエッジ期間をなすサンプル B 、 C 間のエッジ信号 S_E のサンプルである。

【0069】

エッジ生成手段 8 は、エッジ検出手段 7 で検出されたエッジ期間、例えば、デジタル画像信号 S_2 のサンプル B 、 D 間において、サンプル周期 t ($=T/4$) で順次 7 個のエッジ補間サンプル (図 7 で□で示す) を生成するが、 j 番目 (但し、 $j=1, 2, \dots, 7$) の信号レベルを V_j とすると、

$$V_j = B + \beta_j \times (D - B) \quad \dots\dots (2)$$

但し、 B 、 D : サンプル B 、 D の信号レベル

$$0 \leq \beta_j \leq 1$$

で表わされる。

【0070】

エッジ生成手段 8 は、上記式 (2) で $\beta_j = 1/2$ として、

$$V_k = (B + D) / 2$$

なる信号レベルを求め、補間手段 5 からのデジタル画像信号 S_3 のエッジ期間内の補間サンプルのうち、この信号レベル V_k に最も近い信号レベルの補間サンプルのタイミングでこの信号レベル V_k のエッジ補間サンプルを生成し、このエッジ補間サンプルよりも先行する全てのエッジ補間サンプルの信号レベル V_1, V_2, \dots, V_{k-1} を上記式 (2) で $\beta_j = 0$ として信号レベル B とし、このエッジ補間サンプルに続く全てのエッジ補間サンプルの信号レベル $V_{k+1}, V_{k+2}, \dots, V_7$ を上記式 (2) で $\beta_j = 1$ として信号レベル D としたものである。

【0071】

そこで、この信号レベル V_k のエッジ補間サンプルがデジタル画像信号 S_2 のサンプル C の信号レベルに最も近いとすると、エッジ期間でのエッジ補間サンプルの上記式(2)で表わされる信号レベル V_j の係数 β_j は、サンプル B 側から、

$$0, 0, 0, 1/2, 1, 1, 1$$

となる。かかる係数 β_j が補間制御手段4から、エッジ係数 K_2 として供給されるものである。

【0072】

なお、かかるエッジ係数 K_2 としては、これのみに限られるものではなく、例えば、

$$0, 0, 0, 1, 1, 1, 1$$

あるいは、

$$0, 0, 1/3, 2/3, 1, 1, 1$$

または、

$$0, 0, 1/5, 1/2, 4/5, 1, 1$$

など、必要に応じて任意に設定することができる。

【0073】

このようにエッジ生成手段8で生成されたエッジ信号 S_E が混合手段9に供給され、このエッジ信号 S_E と補間手段5からのデジタル画像信号 S_3 とが所望の比率で混合されて、デジタル画像信号 S_4 が生成される。

【0074】

ここで、このようにして生成されたエッジ信号 S_E は、サンプリングの定理によると、デジタル画像信号 S_2 のサンプリング周波数 $1/T$ の $1/2$ 以上のエッジ成分を再現できるものであるが、その再現はあくまで予測である。そこで、予測がはずれたときのエイリアシング現象によって発生する画質劣化を、サンプリング定理に則って補間した補間手段5の出力デジタル画像信号 S_3 とエッジ生成手段8から出力されるエッジ信号 S_E とを混合することにより、低減することができる。

【0075】

選択手段 10 では、エッジ検出手段 7 からの選択制御信号 S_5 によって制御され、エッジ検出手段 7 で検出されたデジタル画像信号 S_3 のエッジ期間（例えば、図 4～図 6 でのサンプル B、D 間の期間）では、デジタル画像信号 S_4 を選択し、それ以外の期間では、補間手段 5 からのデジタル画像信号 S_3 を選択する。

【0076】

以上のように、この実施形態では、デジタル画像を拡大する場合、その拡大画像のサンプリング周波数の $1/2$ 以上の周波数成分があると予測される部分のみ、サンプリング周波数の半分以上の周波数成分で表現されるエッジ信号で補間が行なわれるものであるから、鮮鋭度が高い画像を得ることができる。

【0077】

また、エッジ検出手段 7 やエッジ生成手段 8 は、乗算手段を用いないで構成できるので、回路規模を小さく抑えることができる。

【0078】

なお、以上の実施形態は、撮像装置に適用するものとして説明したが、本発明は、これのみに限るものではなく、送信側でサンプリングしてサンプル数を低減した画像として送信し、受信側で、本発明を適用し、補間するようにしたものなど、他のシステムなどに適用できることはいうまでもない。

【0079】

【発明の効果】

以上説明したように、本発明によれば、サンプルの補間の対象となる画像のデジタル画像信号から、その画像のサンプリング周波数の $1/2$ 以上の周波数で表現されるエッジ信号を生成し、このエッジ信号を用いて画像の補間を行なうものであるから、エッジが良好に再現されて鮮鋭度の高い画像を得ることができる。

【0080】

また、エッジ検出手段やエッジ生成手段は、乗算回路を必要としない構成をなすものであるから、回路規模の増大化を回避できて、鮮鋭度の高い画像を得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明による補間装置と補間方法、及びこれを用いた撮像装置と撮像方法補間装置の一実施形態の構成を示すブロック図である。

【図 2】

図 1 における補間手段の補間方法の一例を示す図である。

【図 3】

図 1 におけるエッジ検出手段の動作の一具体例を示すフローチャートである。

【図 4】

図 1 におけるエッジ検出手段の処理対象となるデジタル画像信号の一具体例を示す図である。

【図 5】

図 1 におけるエッジ検出手段の処理対象となるデジタル画像信号の他の具体例を示す図である。

【図 6】

図 1 におけるエッジ検出手段の処理対象となるデジタル画像信号のさらに他の具体例を示す図である。

【図 7】

図 1 におけるエッジ生成手段の動作の一具体例を示す図である。

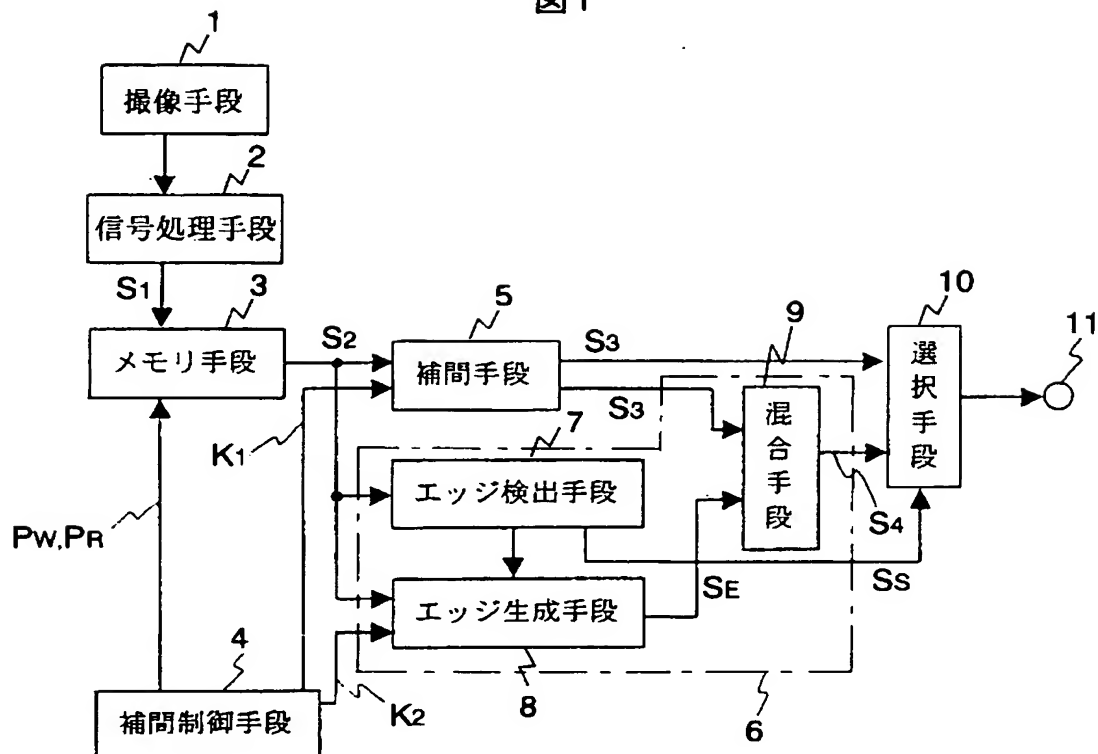
【符号の説明】

- 1 撮像手段
- 2 信号処理手段
- 3 メモリ手段
- 4 補間制御手段
- 5, 6 補間手段
- 7 エッジ検出手段
- 8 エッジ生成手段
- 9 混合手段
- 10 選択手段
- 11 出力端子

【書類名】 図面

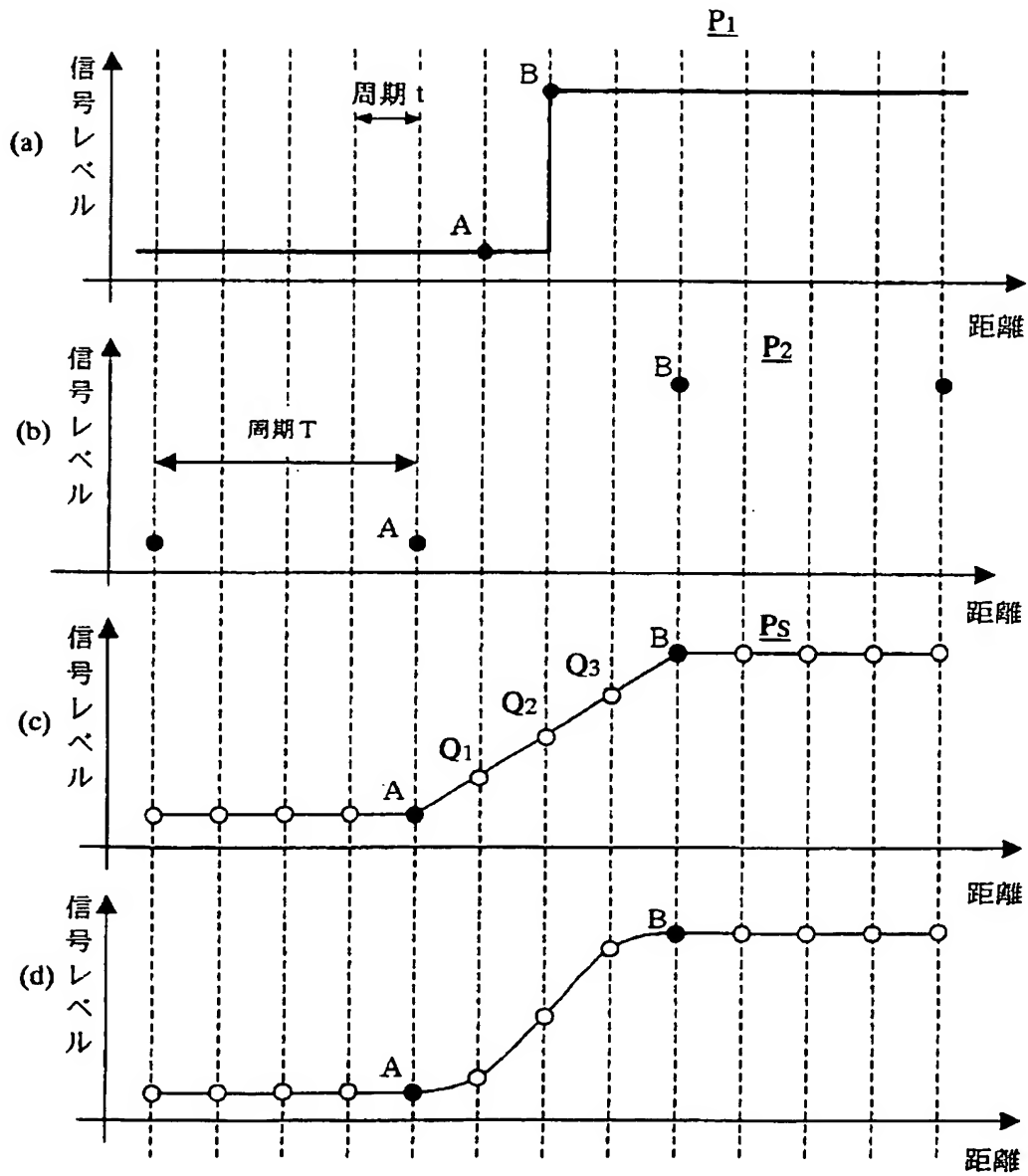
【図 1】

図 1



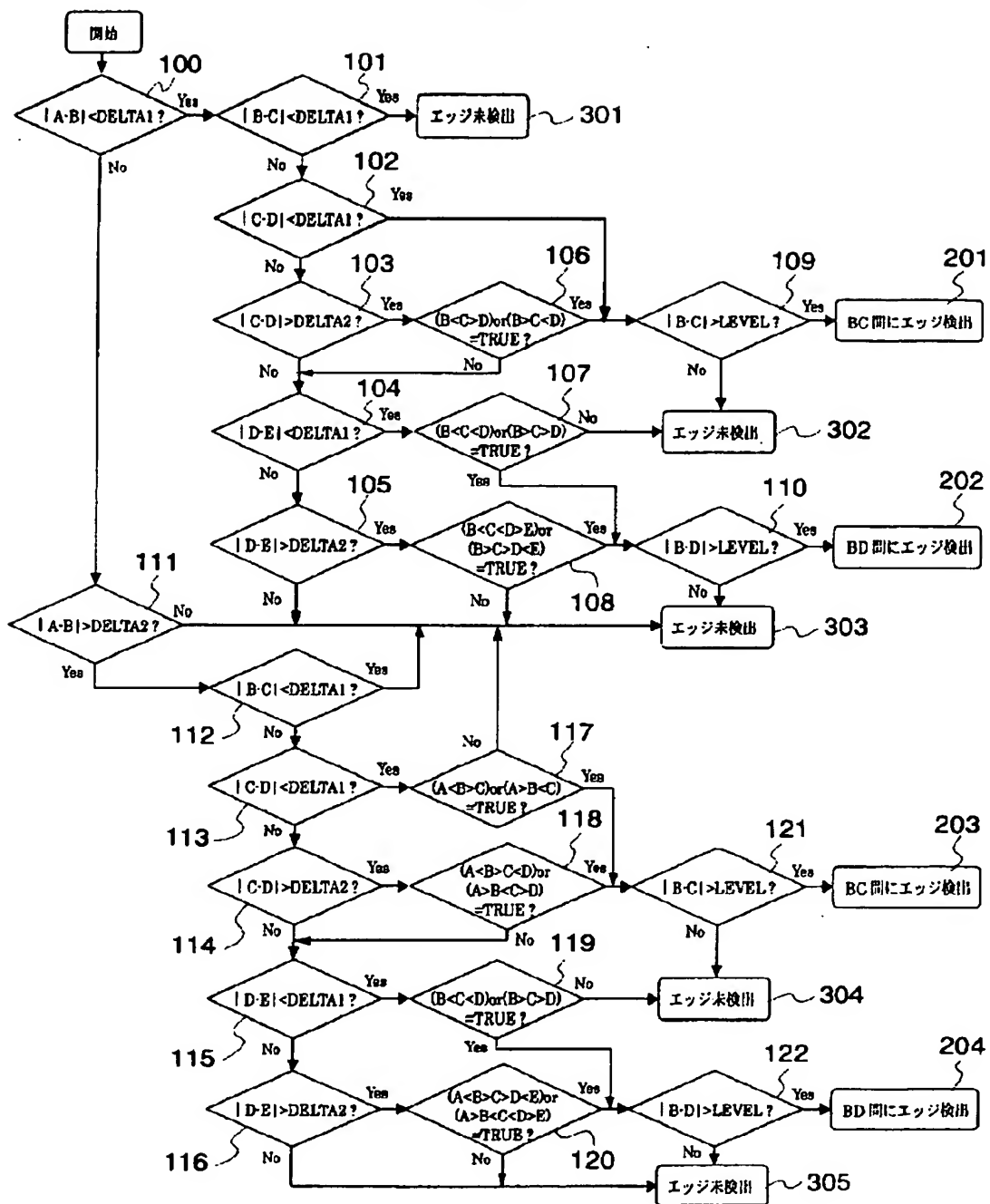
【図 2】

図 2



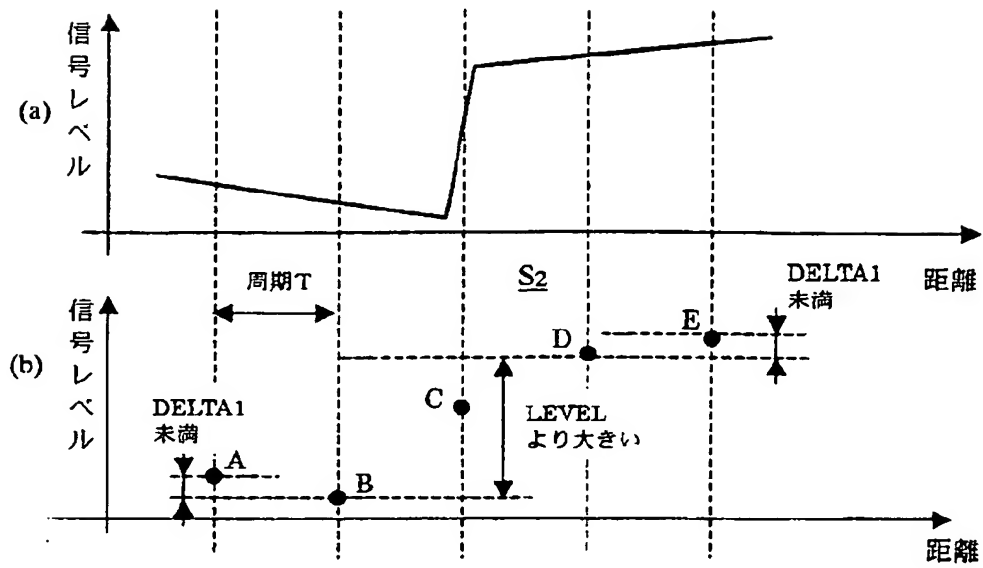
【図 3】

図 3



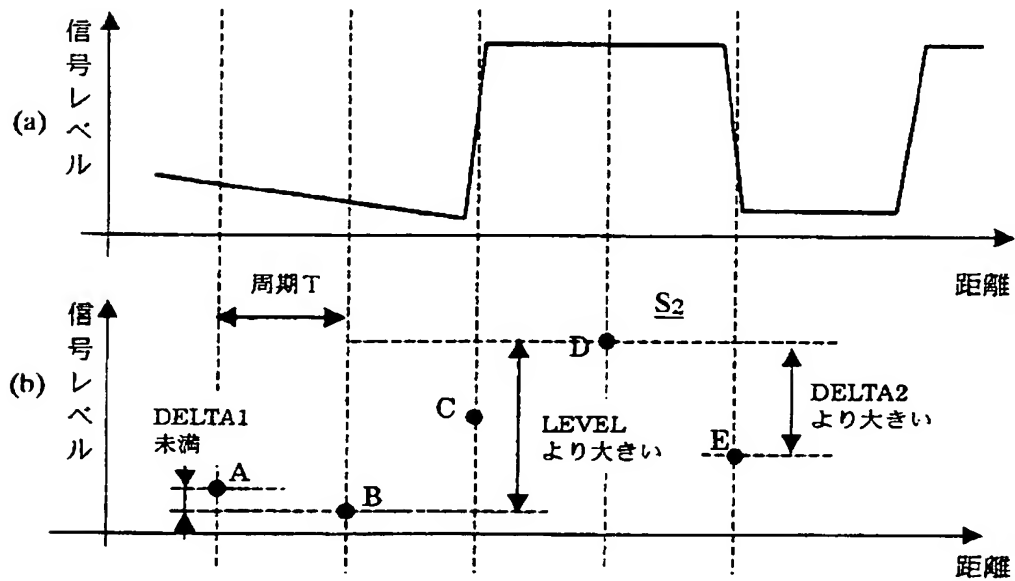
【図 4】

図 4



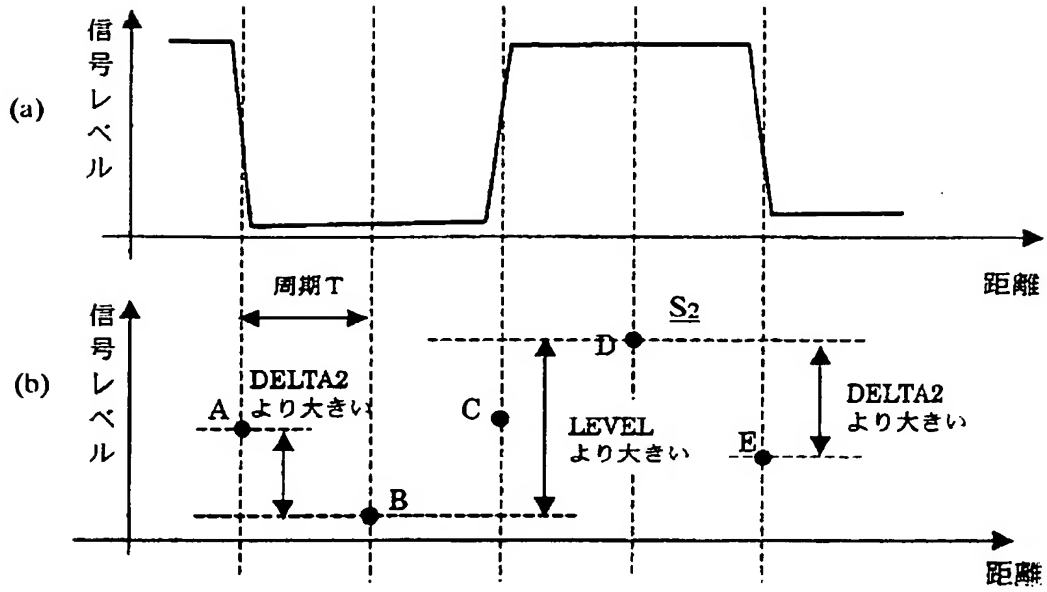
【図 5】

図 5



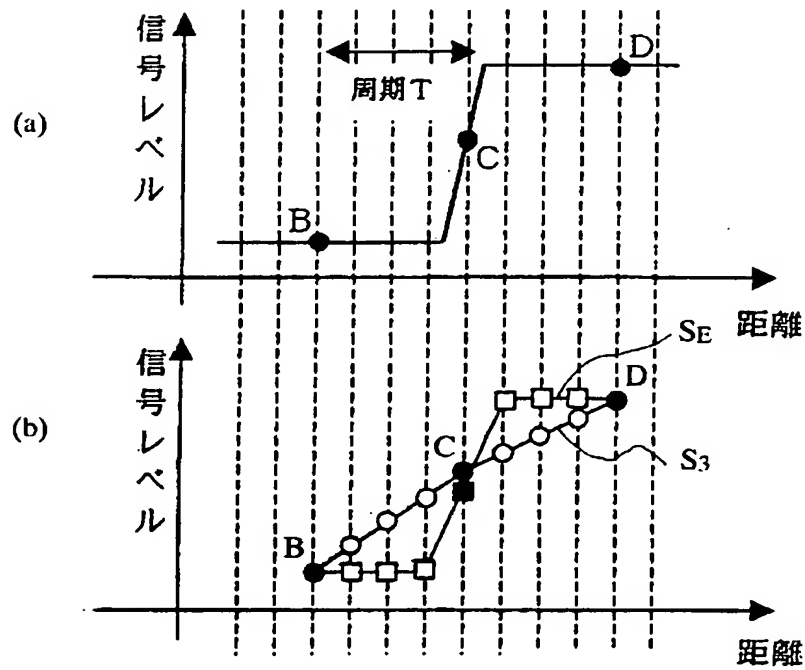
【図 6】

図 6



【図 7】

図 7



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 回路規模を増大させることなく、デジタル画像の鮮鋭度を改善する補間装置を提供する。

【解決手段】 メモリ手段 3 から出力されるデジタル画像信号 S_2 は、補間手段 5 に供給されてサンプルの線形補間がなされるとともに、エッジ検出手段 7 に供給されてデジタル画像信号 S_2 のエッジが検出される。補間手段 6 では、エッジ検出手段 7 がデジタル画像信号 S_2 のエッジを検出した期間にエッジ信号 S_E を生成し、混合手段 9 がこのエッジ信号 S_E と補間手段 5 からのデジタル画像信号 S_3 とを所望の比率で混合する。選択手段 10 は、エッジ検出手段 7 でエッジが検出されたときには、混合手段 9 からのデジタル画像信号 S_4 を選択し、それ以外の期間では、補間手段 5 からのデジタル画像信号 S_3 を選択する。

【選択図】 図 1

特願 2 0 0 2 - 3 7 4 8 3 6

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[0 0 0 0 0 5 1 0 8]

1 . 変更年月日

1 9 9 0 年 8 月 3 1 日

[変更理由]

新規登録

住 所

東京都千代田区神田駿河台 4 丁目 6 番地

氏 名

株式会社日立製作所